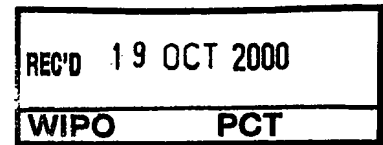


## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

10/069177

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



DE 00/02704

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

EJU

Aktenzeichen: 199 38 409.6

Anmeldetag: 13. August 1999

Anmelder/Inhaber: Tyco Electronics Logistics AG, Steinach/CH;

Erstanmelder: Siemens Electromechanical  
Components GmbH & Co KG, München/DE.

Bezeichnung: Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer  
Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit und Ver-  
wendung der Anordnung

IPC: C 25 D, C 23 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. September 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert



1

## Beschreibung

Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit und Verwendung der Anordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit, wobei die Probe in der Flüssigkeit rotiert. Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung der Anordnung.

10

Solche Anordnungen werden insbesondere verwendet zur galvanischen Bearbeitung von Oberflächen, wobei sich in einem Elektrolyten die mit der Kathode verbundene Probe und eine Anode gegenüberstehen. Dabei ist wünschenswert, daß bei galvanischer Abscheidung die abgeschiedenen Schichten über die beschichtete Oberfläche homogen sind bezüglich Schichtdicke und weiteren funktionellen Eigenschaften, wie z. B. intrinsischem Streß. Dies erfordert einen gleichmäßigen Übergang des im Elektrolyten gelösten Stoffes auf die Schichtoberfläche.

15

20

Aus der EP 0 856 598 A1 ist eine Anordnung zum galvanischen Beschichten einer Oberfläche bekannt, bei der eine rotierende Probe seitlich durch eine Düse mit dem Elektrolyten angeströmt wird. Durch die rotierende Probe kann über Mittelwertbildung eine homogene Schichtdicke erreicht werden. Der Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß die aus der Düse austretende Strömung nicht laminar ist. Die dabei auftretende Wirbelbildung führt zu ungleichmäßigen Abscheideraten. Ferner wirkt sich die ungleichmäßige Strömung auch auf die Anode aus, an der sich das abzuscheidende Material im Elektrolyten auflöst. Bei ungleichmäßiger Anströmung der Anode können Ionenkonzentrationsunterschiede innerhalb des Elektrolyten auftreten.

30

35

Ferner sind Anordnungen zum galvanischen Abscheiden von Schichten bekannt, bei denen eine ruhende Probe in einer Strömungszelle angeordnet ist. Bei der Strömungszelle wird

die einströmende bzw. ausströmende Flüssigkeit durch mehrere parallel liegende Röhrchen geführt. Dadurch wird versucht, eine möglichst gleichmäßige Strömung in der Zelle zu erzeugen. Der Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß auf der ruhenden Probe vorhandene Partikel zu Strömungsschatten führen können. Darüber hinaus werden partiell auftretende Inhomogenitäten im elektrischen Feld zwischen Anode und Kathode wegen der ruhenden Probe nicht ausgeglichen.

10 Ziel der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit bereitzustellen, bei der Strömungswirbel, Strömungsschatten und Inhomogenitäten aufgrund einer ruhenden Probe vermieden werden und bei der die Strömung über der Oberfläche laminar ist.

15 Dieses Ziel wird erfindungsgemäß durch eine Anordnung nach Anspruch 1 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sowie Verwendungen der Erfindung sind den weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung gibt eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit an, die einen Strömungsraum aufweist, der von der Flüssigkeit durchströmt ist. Im Strömungsraum befindet sich zumindest teilweise eine Probe, die mittels eines Drehantriebs um eine Drehachse drehbar ist. Ausgehend von einem Zulaufbehälter und einem Ablaufbehälter verlaufen Zuströmröhren bzw. Abströmröhren von und zu entgegengesetzten Enden des Strömungsraumes. Dabei gehen die Röhren jeweils von den Behältern aus. Die Flüssigkeit wird über ein Zulaufrohr dem Zulaufbehälter zugeführt. Die Flüssigkeit wird über ein Ablaufrohr, das im Ablaufbehälter beginnt, aus diesem abgeführt. Dabei erfüllen Zu- und Ablaufbehälter lediglich eine Verteilerfunktion von den Rohren zu den Röhren. Die Anordnung weist ferner Mittel auf, die zum Erzeugen einer Strömung geeignet sind. Zudem weist die Anordnung Filter auf, die an einer Stelle der Anordnung von der Flüssigkeit

sigkeit durchströmt werden. Diese Filter sind entweder im Zu- bzw. Ablaufbehälter oder in den Zu- bzw. Abströmröhren angeordnet.

- 5 Durch die erfindungsgemäße Kombination einer Strömungszelle mit einem von der Flüssigkeit durchströmten Filter und die daraus resultierende gleichmäßige Strömung in den Zu- und Abströmröhren, wird zusammen mit einer rotierenden Probe eine laminare Umströmung der Oberfläche erreicht. Ferner wird  
10 erreicht, daß aufgrund einer ruhenden Probe auftretende Inhomogenitäten vermieden werden.

- Eine besonders gleichmäßige Umströmung der Oberfläche erhält man erfindungsgemäß dadurch, daß die Poren des oder der Fil-  
15 ter in ihrer Größe und Anzahl so eingestellt sind, daß der Druckunterschied zwischen den Zu- und Abströmröhren, die verschieden weit vom Zu-/Ablaufrohr entfernt sind, ausgeglichen wird. Dies erreicht man vorzugsweise dadurch, daß bei weiter vom Zu- oder Ablaufrohr entfernten Röhren eine größere Ge-  
20 samtporenfläche des dazugehörigen Filters bzw. Filterabschnitts von Flüssigkeit durchströmt ist, als bei Röhren, die nahe am Zu- oder Ablaufrohr angeordnet sind.

- Besonders vorteilhaft kann die erfindungsgemäße Anordnung zum galvanischen Auf- oder Abtragen von Material auf oder von der Oberfläche einer Probe Verwendung finden, wenn im Strömungsraum eine Elektrode angeordnet ist und die Flüssigkeit ein Elektrolyt ist. Die Probe und die Elektrode sind mit einer Stromquelle verbunden. Es kann eine Gleichstromquelle verwendet werden, deren Polarität entsprechend der Anwendung zum  
30 Auf- oder Abtragen gewählt wird. Die Stromquelle kann darüber hinaus auch pulsierend sein, wodurch die Abscheidung mechanisch verspannter Schichten auf der Probenoberfläche ermöglicht wird.

35

- Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung zum galvanischen Auf- oder Abtragen von Material auf oder von einer Oberfläche

einer Probe, bei der erfindungsgemäß der Strömungsraum zwei zueinander parallele ebene Begrenzungswände aufweist. Diese Begrenzungswände weisen dabei eine erste bzw. eine zweite Ausnehmung auf. Die Probe weist eine im wesentlichen ebene Oberfläche auf und ist um eine senkrecht zur Oberfläche verlaufende Drehachse drehbar so angeordnet, daß mit dieser Oberfläche die erste Ausnehmung abgedeckt wird, wobei die Oberfläche mit der zugehörigen Begrenzungswand eine Ebene bildet. Auch die Elektrode weist eine ebene Oberfläche auf, die die zweite Ausnehmung abdeckt und mit der zugehörigen Begrenzungswand eine Ebene bildet. Der Strömungsraum ist in diesem Fall von parallel zu den Zu- und Abströmröhren verlaufenden ebenen Begrenzungswänden begrenzt, was die Ausbildung einer laminaren Strömung zusätzlich begünstigt.

15

Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung zum galvanischen Auftragen von Material, bei der erfindungsgemäß die Anode ein Gitterkorb aus elektrochemisch inertem Material ist, welcher eine ebene, Löcher enthaltende Oberfläche aufweist. Dieser Gitterkorb ist mit dem abzuscheidenden Material als Granulat gefüllt. Durch die Granulatform des abzuscheidenden Materials ist die Kontaktfläche mit dem Elektrolyten besonders groß, wodurch sich das abzuscheidende Material leichter im Elektrolyten auflöst.

20

Zudem ist es besonders vorteilhaft, wenn die Elektrode aus einem mit Platin oder einem anderen Edelmetall beschichteten Metall besteht. In diesem Fall wird abzuscheidendes Material ausschließlich durch Ersetzen des verbrauchten Elektrolyten nachgeliefert. An der Anode wird dann der Elektrolyt bzw. dessen üblicherweise wäßriges Lösungsmittel zersetzt. Eine mögliche elektrochemische Reaktion mit einem gelösten Nickel enthaltenden Elektrolyten wäre beispielsweise die Abscheidung von Nickel an der Kathode und die gleichzeitige Erzeugung von Sauerstoff aus dem Wasser der Lösung an der Anode.

30

35

13.08.99

5

Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit, bei der erfindungsgemäß das Zu- und Ablaufrohr jeweils über ein Drosselventil in einen mit Flüssigkeit gefüllten Vorratsbehälter geführt sind. Als Mittel zum Erzeugen einer Strömung kommt dabei eine Flüssigkeitspumpe in Betracht, die die Flüssigkeit des Vorratsbehälters durch das Zulaufrohr pumpt. Ferner sind im Vorratsbehälter Mittel zum Filtern sowie zur Regelung von Temperatur, pH-Wert und Füllstand der Flüssigkeit vorgesehen. Für den Fall, daß die Flüssigkeit ein Elektrolyt ist, sind zudem Mittel zur Regelung der Ionenkonzentration des Elektrolyten vorgesehen.

Dadurch wird es möglich, beispielsweise einen Beschichtungsprozeß genauestens zu kontrollieren, denn die Überwachung und Kontrolle der relevanten Parameter Temperatur, pH-Wert und Ionenkonzentration des Elektrolyten begünstigen eine homogene Schichtabscheidung.

Die Erfindung kann besonders vorteilhaft verwendet werden zum Abscheiden einer mechanisch verspannten Schicht aus Nickel-/Eisenlegierung auf einem Wafer. Dieser Wafer besteht dann vorzugsweise aus Silizium oder Keramik. Durch Verwendung der erfindungsgemäßen Anordnung kann erreicht werden, daß die Zusammensetzung der Legierung und die intrinsische mechanische Spannung der Schicht über den Wafer homogen ist. Aus der abgeschiedenen Schicht können durch Strukturierung von Rechtecken, die anschließend partiell unterätzt werden, vom Wafer weggebogene Federn in einem Batchprozeß hergestellt werden. Solche Federn finden beispielsweise Verwendung in miniaturisierten Relais.

Die erfindungsgemäße Anordnung kann auch besonders vorteilhaft verwendet werden zur Belackung von Wafern mit elektro-phoretischem Lack. Die für die Elektrophorese benötigte Spannung wird zwischen dem Wafer und einer gegenüberliegenden Elektrode angelegt.

Ferner kann die erfindungsgemäße Anordnung auch besonders vorteilhaft verwendet werden zum stromlosen Abscheiden von Material auf der Oberfläche der Probe.

5

Darüber hinaus kann die erfindungsgemäße Anordnung auch verwendet werden zum Abtragen von Material von der Oberfläche der Probe mit Hilfe einer Ätzlösung. Beispielsweise könnte die Oberfläche eines Silizium-Wafers mit KOH-Lösung geätzt werden.

10

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

15 Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung zum Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit im schematischen Längsschnitt.

Figur 2 zeigt den Strömungsraum einer erfindungsgemäßen Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche im schematischen Querschnitt.

20

Figur 3 zeigt einen Vorratsbehälter, in den ein Zu- und ein Ablaufrohr geführt sind, im schematischen Längsschnitt.

Figur 1 zeigt eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche mit einem Strömungsraum 1, in dem sich ein Elektrolyt 2 befindet. Auf der Oberseite des Strömungsraums 1 ist ein Wafer 3 angeordnet. Der Wafer 3 ist an eine Kathode 4  
30 angeschlossen und mittels eines Drehantriebs 5 um eine Achse senkrecht zu seiner Oberfläche drehbar. Der Drehantrieb 5 ist mit Hilfe des Lagers 22 gelagert und mit Hilfe der Dichtung 23 gegenüber dem Wafer abgedichtet. Gegenüber dem Wafer 3 befindet sich ein mit einer Anode 6 verbundener Gitterkorb 15,  
35 der das abzuscheidende Material in Form von Granulat 14 enthält. Der Strömungsraum 1 ist von einem Gehäuse 18 umgeben. Jeweils seitlich vom Strömungsraum 1 ist ein Zulaufbehälter 9

13.08.99

7

und ein Ablaufbehälter 10 angeordnet. Die Behälter 9, 10 sind über Zuströmröhren 7 bzw. Abströmröhren 8 mit dem Strömungsraum 1 verbunden. Im Zulaufbehälter 9 und im Ablaufbehälter 10 befindet sich je ein Filter 13. Durch dieses Filter 13 wird eine möglichst gleichmäßige Durchströmung der Zuströmröhren 7 und der Abströmröhren 8 erreicht. Das Filter 13 enthält Filterporen 24, durch die der Elektrolyt 2 strömen kann.

Figur 2 zeigt einen Strömungsraum 1, der auf der Oberseite mit einem Wafer 3 abgedeckt ist. Seitlich zum Strömungsraum 1 ist ein Zulaufbehälter 9 und ein Ablaufbehälter 10 angeordnet. Im Zulaufbehälter 9 endet ein Zulaufrohr 11, das Flüssigkeit in den Zulaufbehälter 9 transportiert. Im Ablaufbehälter 10 beginnt ein Ablaufrohr 12, das Flüssigkeit vom Ablaufbehälter 10 wegtransportiert. Der Strömungsraum 1 ist mit dem Zulaufbehälter 9 und dem Ablaufbehälter 10 über parallel verlaufende Zuströmröhren 7 bzw. Abströmröhren 8 verbunden. Im Zulaufbehälter 9 und im Ablaufbehälter 10 befindet sich ein Filter 13 mit Filterporen 24. Die Größe der Filterporen 24 ist über die Gesamtfilterfläche variierend so gewählt, daß der Druckunterschied zwischen verschieden weit vom Zulaufrohr 11 bzw. Ablaufrohr 12 entfernten Zuströmröhren 7 bzw. Abströmröhren 8 ausgeglichen wird. Dadurch wird eine gleichförmige Durchströmung der Zuströmröhren 7 und der Abströmröhren 8 erreicht, was eine laminare Strömung im Strömungsraum 1 begünstigt.

Figur 3 zeigt einen mit Elektrolyt 2 gefüllten Vorratsbehälter 17, in den ein Ablaufrohr 12 und ein Zulaufrohr 11 geführt sind. Das Zulaufrohr 11 ist über ein Drosselventil 16 in den Vorratsbehälter 17 geführt. Als Mittel zur Erzeugung einer Strömung findet die Förderpumpe 20 Verwendung. Im Vorratsbehälter 17 ist eine Heizung 19 angeordnet, die zur Temperaturregelung verwendet wird. Mittels einer weiteren Förderpumpe 25 und einer Filterpatrone 21 kann der Elektrolyt 2 aus dem Vorratsbehälter 17 in einem kontinuierlichen Prozeß gereinigt werden.



13.08.99

8

Mit Hilfe des Drehantriebs und der Förderpumpe kann die Rotationsgeschwindigkeit des Wafers und die Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten auf den gewünschten Prozeß abgestimmt werden.

5

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die beispielhaft gezeigten Ausführungsformen, sondern wird in ihrer allgemeinsten Form durch Anspruch 1 definiert.

10

13.08.99

## Patentansprüche

1. Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe (3) mit einer Flüssigkeit (2), aufweisend

- 5     - einen Strömungsraum (1), der von der Flüssigkeit (2) durchströmt ist,
- eine zumindest teilweise im Strömungsraum (1) befindliche Probe (3), die mittels eines Drehantriebs (5) um eine Drehachse drehbar ist,
- 10    - Zu- und Abströmröhren (7, 8) , die, jeweils ausgehend von einem Zu- bzw. Ablaufbehälter (9, 10), zu entgegengesetzten Enden des Strömungsraumes (1) verlaufen,
- ein Zulaufrohr (11), das im Zulaufbehälter (9) endet,
- ein Ablaufrohr (12), das im Ablaufbehälter (10) beginnt,
- 15    - Mittel (20) zum Erzeugen einer Strömung, und
- im Zu- und/oder Ablaufbehälter (9, 10) oder in den Zu- bzw. Abströmröhren (7, 8) angeordnete, von der Flüssigkeit (2) durchströmte Filter (13).

20    2. Anordnung nach Anspruch 1,  
bei der die Größe und die Anzahl der Filterporen (24) über die Gesamtfilterfläche variierend so eingestellt sind, daß ein eine ungleichmäßige Durchströmung der Röhren (7, 8) erzeugender Druckunterschied zwischen verschieden weit vom Zu-/Ablaufrohr (11, 12) entfernten Zu-/Abströmröhren (7, 8) durch verschiedene den einzelnen Röhren (7, 8) zugeordnete durchströmte Gesamtporenflächen kompensiert ist.

30    3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2 zum galvanischen Auf- oder Abtragen von Material auf oder von der Oberfläche der Probe (3), die eine Elektrode (6) im Strömungsraum (1) aufweist, bei der die Flüssigkeit (2) ein Elektrolyt ist und bei der die Probe (3) und die Elektrode (6) mit einer pulsierenden oder konstanten Stromquelle verbunden sind.

4. Anordnung nach Anspruch 3 zum galvanischen Auf- oder Abtragen von Material auf oder von der Oberfläche der Probe, bei der

- der Strömungsraum (1) zwei parallel zur Strömungsrichtung angeordnete ebene Begrenzungswände mit einer ersten bzw. einer zweiten Ausnehmung aufweist,
- die Probe (3) eine im wesentlichen ebene Oberfläche aufweist, zu der die Drehachse senkrecht angeordnet ist,
- die Probe (3) die erste Ausnehmung abdeckt und die genannte ebene Oberfläche mit der zugehörigen Begrenzungswand eine Ebene bildet, und
- die Elektrode (6) mit einer ebenen Oberfläche die zweite Ausnehmung abdeckt und mit der zugehörigen Begrenzungswand eine Ebene bildet.

5. Anordnung nach Anspruch 4,

bei der die Elektrode (6) einen mit dem abzuscheidenden Material (14) in Granulatform gefüllter Gitterkorb (15) aus elektrochemisch inertem Material ist, welcher eine ebene, Löcher enthaltende Oberfläche aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 4,

bei der die Elektrode (6) aus einem mit Platin oder einem anderen Edelmetall beschichteten eine ebene Oberfläche aufweisenden Metallkörper besteht.

7. Anordnung nach Anspruch 1 bis 6,

bei der das Zu- und/oder das Ablaufrohr (11, 12) über ein Drosselventil (16) in einen mit Flüssigkeit (2) gefüllten Vorratsbehälter (17) geführt ist, der Mittel zum Filtern (21) sowie zur Regelung von Temperatur (19), pH-Wert, Füllstand und ggf. auch der Ionenkonzentration der Flüssigkeit (2) aufweist.

8. Verwendung der Anordnung nach Anspruch 5 bis 7 zum Abscheiden einer Schicht aus Nickel-/Eisenlegierung auf einem Silizium- oder Keramikwafer (3), wobei die Legierungs-

13.08.99

11

zusammensetzung und die intrinsische mechanische Spannung der Schicht über den Wafer (3) homogen ist.

9. Verwendung der Anordnung nach Anspruch 1 bis 7 zum Belak-  
5 ken eines Wafers (3) mit elektrophoretischem Photolack.

10. Verwendung der Anordnung nach Anspruch 1 oder 2 zum  
stromlosen Abscheiden von Material auf der Oberfläche der  
Probe.

10

11. Verwendung der Anordnung nach Anspruch 1 oder 2 zum Ab-  
tragen von Material von der Oberfläche der Probe, wobei  
als Flüssigkeit eine Ätzlösung eingesetzt wird.

13-08-99

1/2

FIG 1

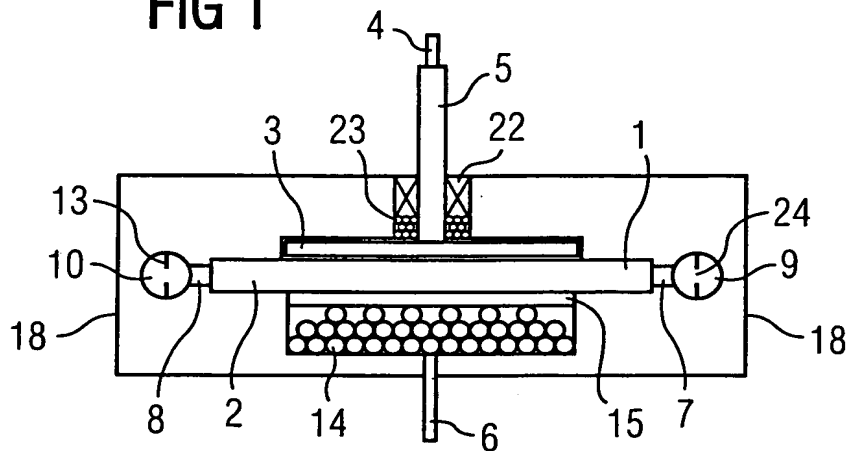
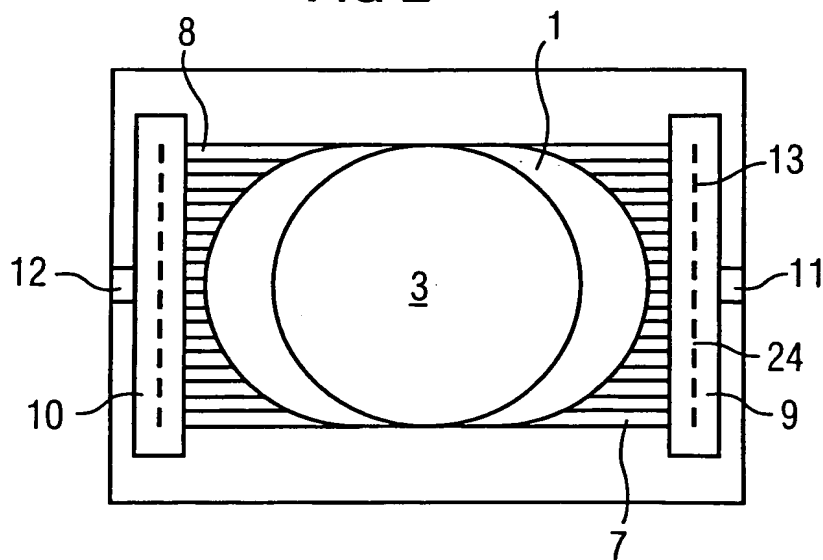


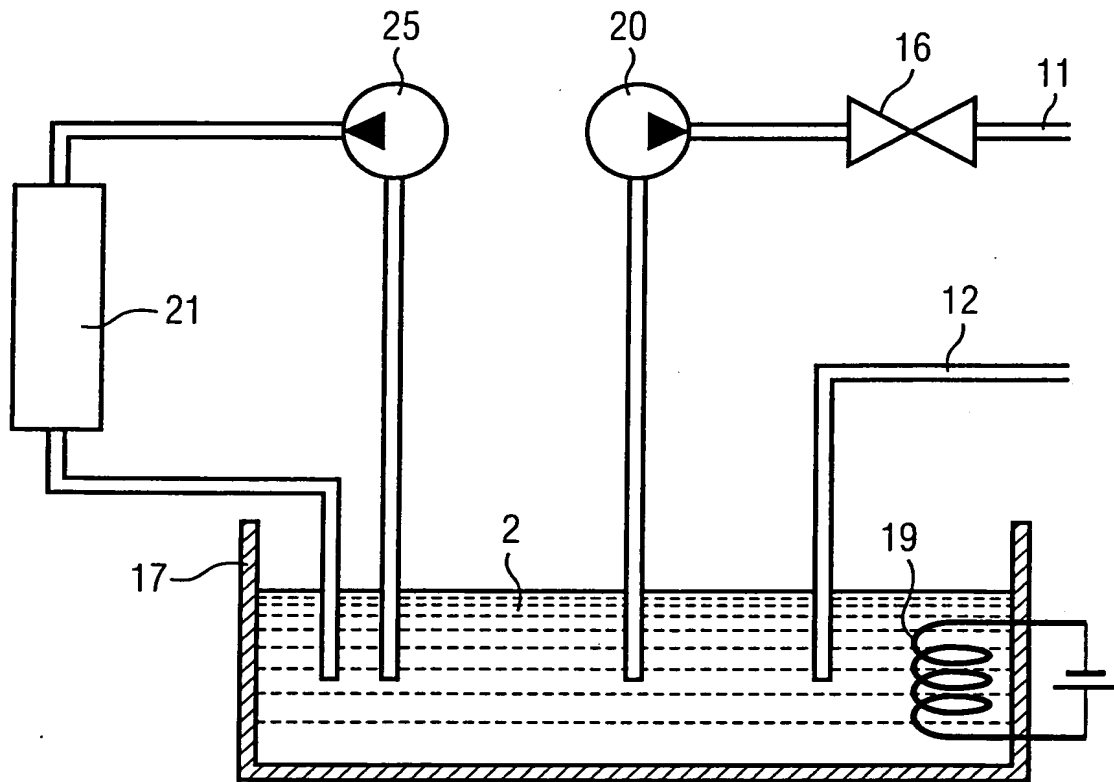
FIG 2



13.08.99

2/2

FIG 3



## Zusammenfassung

Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe mit Flüssigkeit und Verwendung der Anordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum gleichmäßigen Umströmen einer Oberfläche einer Probe (3) mit Flüssigkeit (2), die einen Strömungsraum (1) aufweist, der über Zu- und Abströmröhren (7, 8) von einer Flüssigkeit (2) durchströmt ist.

10

Die Probe (3) ist mittels eines Drehantriebs (5) um eine Drehachse drehbar. Vor den Zu- und Abströmröhren (7, 8) ist ein quer zur Strömungsrichtung der Flüssigkeit (2) verlaufendes Filter (13) angeordnet, der für eine gleichmäßige Durchströmung der Zu- und Abströmröhren (7, 8) sorgt. Die Anord-

15

nung ist insbesondere geeignet zum Abscheiden einer homogenen Schicht aus einer Nickel-/ Eisenlegierung auf einem Silizium-Wafer (3). Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung der Anordnung.

20 Figur 2

